

ОСОБЕННОСТИ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ НЕТЕРМООБРАБОТАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Надежность и долговечность деталей машиностроительного производства определяется не только их рациональной конструкцией и прочностью используемых материалов, но и в значительной степени зависит от технологических процессов изготовления деталей: применяемых методов обработки поверхностей, наличия термической обработки, защитных покрытий и т. п. В связи с этим выбор рациональной технологии и способов изготовления изделия, обеспечивающих эксплуатационную надежность продукции, является одной из важных задач современного машиностроения. В этом смысле одним из прогрессивных методов финишной обработки можно назвать ультразвуковое упрочнение поверхностным пластическим деформированием (ППД).

Эффективность упрочнения материалов зависит от их физико-механических свойств, химического состава и структуры. Вследствие этого, для установления влияния указанных характеристик материала на ультразвуковое деформационное упрочнение, были отобраны детали из стали 45 с исходной микротвердостью $H_{50}=2600-2700$ МПа (после термической обработки) и $H_{50}=1700-1900$ МПа (без термической обработки). Схема ультразвукового раскатывания с введением в очаг деформации крутильных ультразвуковых колебаний (УЗК) показана на рис.1. Амплитуда крутильных ультразвуковых колебаний инструмента составляла $\xi=60$ мкм, рабочая частота колебательной системы $f=18$ кГц. Варьируемые параметры процесса: диаметр деформирующего элемента $d=4,7-12$ мм (материал – сталь ШХ15), частота вращения деталей $n=31,5-90$ об/мин, подача $s=0,14-1,2$ мм/об, статическая сила прижима инструмента $P=0,35-1,5$ кг.

Микротвердость поверхностного слоя определялась на приборе ПМТ–3 с алмазной пирамидой Виккерса при нагрузке 50 г, время выдержки 5 с, шаг замеров 0,025 мм.

Результаты исследования показывают, что при обычном раскатывании деталей стали 45, подвергнутых предварительно термической обработке ($H_{50}=2600-2700$ МПа), в рассматриваемом диапазоне P с увеличением статической силы прижима деформирующего элемента микротвердость поверхностного слоя H_{50} повышается не более чем на 7%, глубина упрочнения не превышает 0,2 мм и изменяется незначительно вследствие малой величины нагрузки (рис. 2). При тех же технологических режимах раскатывания с введением УЗК в зону деформации микротвердость увеличивается на 20-25%, а наклепанный слой - до 1 мм]. При ультразвуковом раскатывании деталей с исходной микротвердостью $H_{50}=1700-1900$ МПа (не прошедших термическую обработку) эффективность

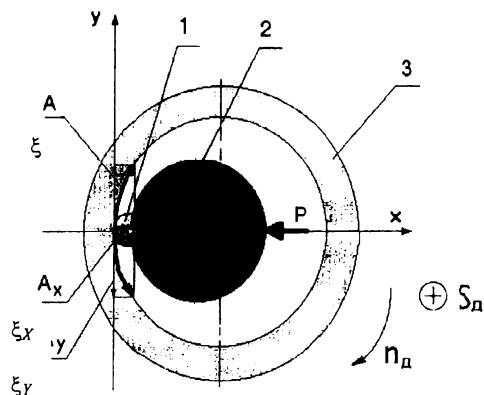


Рис. 1. Схема ультразвукового раскатывания с введением в очаг деформации крутильных ультразвуковых колебаний:

1 – деформирующий элемент; 2 – инструмент – концентратор; 3 – деталь

H_{50} , МПа

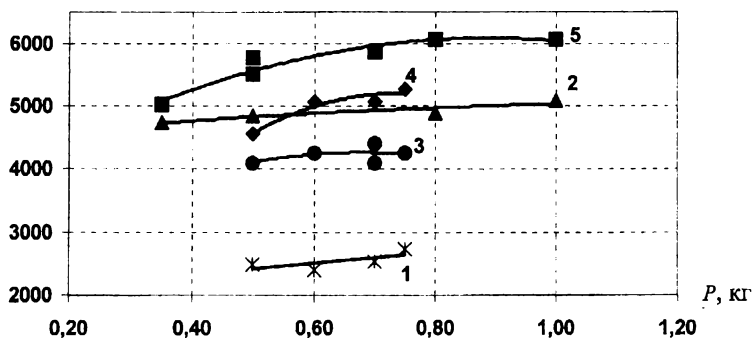


Рис. 2. Влияние статической силы прижима деформирующего элемента на микро-твердость упрочненного слоя при раскатывании:

1 – без УЗК и термической обработки детали; 2 – без УЗК и с термической обработкой детали; 3, 4 – с УЗК и без термической обработки детали; 5 – с УЗК и термической обработки детали

упрочнения существенно выше: H_{50} на 46-50% по сравнению с обработанными в обычных условиях. Следовательно, приращение твердости тем больше, чем пластичнее исходный материал. Вместе с тем, закономерности изменения глубины упрочненного слоя в зависимости от статической силы прижима деформирующего элемента и микротвердости поверхностного слоя

сохраняются как для термообработанных, так и для не термообработанных материалов (рис. 3, 4). Однако интенсивность снижения H_{50} для последних зна-

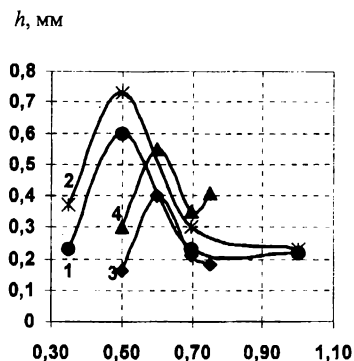


Рис. 3. Влияние статической силы прижима деформирующего элемента на глубину упрочнения при раскатывании:

- 1, 2 – с УЗК и без термической обработки;
3, 4 – с УЗК и термической обработкой

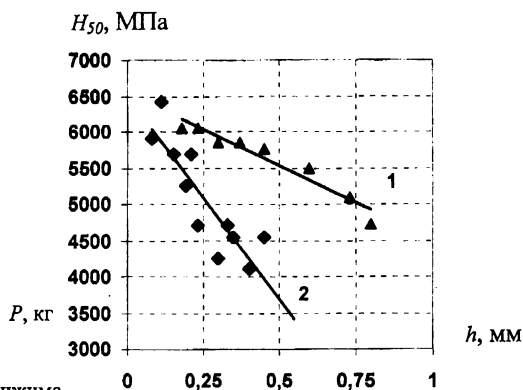


Рис. 4. Зависимость микротвердости от глубины упрочнения поверхностного слоя:

- 1 – с УЗК и термической обработки;
2 – с УЗК и без термической обработки

чительно выше (рис. 4).

Это можно объяснить следующим. В металлах, не подвергнутых термической обработке, с исходной крупнозернистой структурой процесс образования различного рода препятствий и барьеров (точечных и линейных дефектов кристаллической решетки) протекает более интенсивно, чем в металлах, прошедших термическую обработку и имеющих мелкозернистую структуру. В первом случае также более активно происходит дробление кристаллов на фрагменты и блоки вследствие чего возрастает число межзеренных границ, около которых задерживаются дислокации. В связи с этим увеличивается сопротивление металла деформированию и глубина упрочненного слоя резко снижается.

Таким образом, более эффективно воздействие ультразвука на металлы с низкими характеристиками прочности.